




**Regulation method and unit.**

**Patent number:** DE3830805  
**Publication date:** 1990-03-22  
**Inventor:** SCHWAMM FRIEDRICH (DE)  
**Applicant:** MOTOREN TURBINEN UNION (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F02C9/28; G05D27/02  
- **european:** F02C9/28; G05B5/01  
**Application number:** DE19883830805 19880909  
**Priority number(s):** DE19883830805 19880909

**Also published as:**

 EP0358139 (A2)  
 EP0358139 (A3)  
 EP0358139 (B1)

Abstract not available for DE3830805

Abstract of corresponding document: **EP0358139**

A regulation method for a multi-variable control with a PI character subjects the I component to a comparison with a lower and an upper limiting value for the manipulated variable by a maximum value selection and a minimum value selection. It is thereby guaranteed that the actuating signal, as the sum of the P branch and of the I branch, remains within these limiting values under all operating conditions and a downstream mechanical control element, for example a fuel injection pump, is thus only actuated within the mechanically and physically determined limits specified for it.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3830805 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 38 30 805.3  
㉑ Anmeldetag: 9. 9. 88  
㉒ Offenlegungstag: 22. 3. 90

㉓ Int. Cl. 5:  
**G05D 27/02**  
F 02 C 9/28  
// G05D 13/00, 16/00,  
23/00

DE 3830805 A1

㉔ Anmelder:

MTU Motoren- und Turbinen-Union München GmbH,  
8000 München, DE.

㉕ Erfinder:

Schwamm, Friedrich, 8011 Zorneding, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉖ Regelverfahren

Ein Regelverfahren für eine Mehrgrößenregelung mit PI-Charakter unterzieht dem I-Anteil einem Vergleich mit einem unteren und einem oberen Stellwertsignal-Grenzwert durch eine Größenwertauswahl und eine Kleinstwertauswahl. Hierdurch ist gewährleistet, daß das Stellsignal als Summe des P-Zweiges und des I-Zweiges unter allen Betriebsbedingungen innerhalb dieser Grenzwerte bleibt und somit ein nachfolgendes mechanisches Steuerglied, beispielsweise eine Kraftstoffeinspritzpumpe nur innerhalb der für sie vorgegebenen mechanisch und physikalisch vorgegebenen Grenzen angesteuert wird.

DE 3830805 A1

Die Erfindung betrifft ein Regelverfahren und eine Reglereinheit zur Bestimmung eines Stellsignals in Abhängigkeit einer Anzahl Regelgrößen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und 3.

Ein derartiges Verfahren bzw. eine derartige Reglereinheit ist aus der EP 92 425 bekannt geworden, die zur Regelung einer Fluggasturbine dient. Dabei sind als Regelgrößen die Drehzahl einer Gasgeneratorwelle, ein Verdichterausgangsdruck, eine Nutzturbinendrehzahl und eine Verdichtereingangstemperatur vorgesehen. Entsprechend einem von dem Piloten verstellbaren Gashebel und diesen Regelgrößen wird als Stellwert ein bestimmter Brennstoffdurchsatz eingestellt, der in die Brennkammer der Gasturbine eingespritzt wird.

Bei der Regelung der Gasturbine muß berücksichtigt werden, daß eine Vielzahl von Grenzwerten nicht überschritten bzw. unterschritten werden dürfen, um eine Zerstörung zu verhindern bzw. den Betrieb des Triebwerkes zu gewährleisten. So sind aus mechanischen Gründen maximale Drehzahlen der Gaserzeuger- und Leistungsturbinenwellen vorgegeben die unter allen Betriebsbedingungen eingehalten werden müssen. Ferner dürfen gewisse Maximaltemperaturen nicht überschritten werden, um eine Zerstörung der thermisch beanspruchten Bauteile, beispielsweise der Turbinenschaufeln zu verhindern. Minimale Werte können vorgegeben sein, um ein Erlöschen des Triebwerkes zu verhindern, bzw. unter bestimmten Flugbedingungen eine Beschädigung des Triebwerks durch zu rasche Abkühlung zu verhindern.

Zu diesem Zweck werden die im Triebwerk gemessenen Istwerte der Regelgrößen mit Sollwerten zur Ermittlung von Fehlersignalen verglichen. Die Sollwerte können fix vorgegeben sein, in Form von Tabellen oder Funktionen gespeichert sein, oder manuell vorgegeben werden. Ferner können diese Sollwerte in Form von Grenzwerten vorliegen, wobei in der Regeleinheit geprüft wird, ob ein Istwert den entsprechenden Grenzwert erreicht oder sogar überschritten hat. Die ermittelten Fehlersignale werden in der nachfolgenden Minimumauswahl dahingehend überprüft, welches Fehlersignal die geringste Größe aufweist, d. h. welcher Istwert seinem Sollwert (Grenzwert) am nächsten kommt. Dieses gewinnende kleinste Signal bestimmt die Regelcharakteristik der Regeleinheit, da keine einzige der Sollwerte (Grenzwerte) überschritten werden soll. Das gewinnende Fehlersignal wird anschließend auf einen Verstärker mit proportionalem und integrelem Anteil geleitet, wobei dessen Ausgang ein Bremsstoff-Durchflußventil ansteuert.

Nachteilig bei einer derartigen Mehrung der Größenregeleinheit ist, daß bei einer gewünschten Veränderung des Betriebspunktes das Triebwerk unter bestimmten Bedingungen nur mit Überschwängern folgt, was in diesem Fällen darauf zurückzuführen ist, daß die Steuermöglichkeit eines Brennstoffdurchflußventiles physikalisch begrenzt ist. So weist ein derartiges Ventil einen bestimmten Maximaldurchflußwert auf, der nicht überschritten werden kann, d. h. mehr als "voll aufgedreht" ist nicht möglich. Bei einem Sollwertsprung, beispielsweise durch plötzliches Verstellen des Gashebels wird zunächst das Fehlersignal zwischen Sollwert und Istwert zunächst gerade so groß wie der Sollwertsprung selbst. Bei großem Sollwertsprung und den üblicherweise verwendeten Regelkreisverstärkungen wird das Stellsignal in der Regel so groß, daß es außerhalb der

physikalisch wirksamen Grenzen des Brennstoffdurchflußventiles gerät.

Gleichzeitig führt die auf den Integrator gegebene Regelabweichung dazu, daß dessen Ausgangswert (I-Wert) entsprechend der Integratorverstärkung hochläuft. Bei großen Sollwertsprüngen läuft dabei der Integrator in die Sättigung, so daß sowohl der P-Wert als auch der I-Wert maximal werden und eine maximale Verstellgeschwindigkeit kommandieren. Bei der daraus resultierenden Annäherung des Istwertes an den Sollwert bleibt der I-Wert solange auf "Maximalbeschleunigung", bis ein Vorzeichenwechsel des Integrator-Eingangssignals auftritt. Entsprechend dem negativen Betrag des Fehlersignales wird dann der Integrator von seinem Sättigungswert herunter integrieren. Dadurch treten bei großen Sollwertsprüngen Überschwinger bzw. Unterschwinger auf. Da derartige Überschreitungen der Sollwerte (Grenzwerte) nicht zulässig sind, ohne daß Schäden an den Triebwerksteilen eintreten, muß eine entsprechende Sicherheit vorgesehen werden. Die als Sollwerte vorgegebenen Grenzwerte müssen somit unterhalb den physikalisch möglichen Grenzwerten liegen, wodurch ein Ausregeln des Triebwerkes an die theoretisch erzielbare Grenzwerte entfallen muß und somit die technisch möglichen Leistungsdaten nicht erreicht werden können.

Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Regelverfahren und eine Reglereinheit der gattungsgemäßen Art anzugeben, mittels der eine verbesserte Ansteuerung von nachfolgenden mechanischen Stellgliedern möglich ist. Insbesondere soll dabei das Stellsignal nur solche Werte annehmen, die innerhalb der von der nachfolgenden Stelleinheit physikalisch sinnvoll verarbeitbaren Grenzen liegt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch im Kennzeichnungsteil des Patentanspruchs 1 und 3 angegebenen Merkmale gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß die bei den Grenzwerteingänge mit konstanten Werten beaufschlagt werden, die die Untergrenze bzw. die Obergrenze des von der Stelleinheit verarbeitbaren Stellsignals darstellen. Das Stellsignal wird somit unter keinen Betriebsbedingungen außerhalb des von diesen Grenzwerten definierten Bereiches liegen, wodurch ein verbessertes Regelverhalten, insbesondere eine Vermeidung von Überschwängern erzielbar ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß im Gegensatz zu den herkömmlichen PI-Reglern bei Annäherung des Istwertes an den Sollwert der Integratorwert nicht auf maximaler Beschleunigung bzw. Sättigung steht, sondern auf Verzögerung. Obwohl also der Istwert den Sollwert noch nicht erreicht hat integriert der Integrator bereits in Gegenrichtung, so daß das Problem eines Überschwingers wegen Integrator-Sättigung überhaupt nicht auftritt. Im kleinen Signalverhalten hingegen arbeiten der P-Regler und der I-Regler voneinander ungestört.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung umfaßt der Integrator eine mit dem Integratoreingang gekoppelte Zeit-Mittelungseinheit, deren Ausgang auf einen Integrations-Summierer geschaltet ist. Der zweite Eingang des Integrations-Summierers bildet ein mit dem Ausgang der Minimum-Auswahleinheit gekoppelter Speicher. Dies ermöglicht vorteilhafterweise, daß zwischen Hoch- und Herunterintegrieren keine Verstärkungsunterschiede bestehen.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Reglereinheit ist besonders vorteilhaft für digitale Regelgeräte von schnell reagierenden Regelstrecken, da hiermit auf-

grund des relativ geringen Regelprogrammaufwandes die Totzeiten auf ein Minimum abgesenkt werden können.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Regeleinheit sieht vor, daß die Eingänge von Proportionalverstärker und Integrator jeweils mit getrennten Minimum-Auswahleinheiten verbunden sind, die parallel von mehreren Regelgrößen beaufschlagt sind. Die Regelgrößen sind insbesondere bei Anwendung mit einem Gasturbinentriebwerk, Wellendrehzahlen, Temperaturen und Drücke an verschiedenen Meßpunkten der Gasturbine. Istwerte werden dabei mittels Meßaufnehmer festgestellt und mit Sollwerten verglichen. Istwerte und Sollwerte werden dazu auf einen Summierer gegeben, wodurch ein Abweichungssignal gebildet wird, das auf die Minimumauswahleinheiten geschaltet ist. Die Sollwerte können dabei auch maximale Grenzwerte darstellen, die im Betrieb nicht überschritten werden dürfen. Um ein verbessertes Regelverhalten zu erzielen sind bei bevorzugten oder allen Regelgrößen Differentialanteile enthalten. Dazu wird vorzugsweise der Istwert einem Differenzierer zugeführt, und der Ausgang des Differenzierers zusammen mit dem Abweichungssignal einem Summierer zugeführt.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß das Abweichungssignal und das differenzierte Istwertsignal über getrennte Verstärker parallel auf zwei Summierer geschaltet sind, die wiederum mit den beiden Minimumauswahleinheiten gekoppelt sind. Hierdurch läßt sich durch angepaßte Einstellung der Verstärkungsfaktoren eine unterschiedliche Aufschaltung der Differentialanteile auf den P-Zweig und den I-Zweig des nachfolgenden Reglers einstellen. Hierdurch lassen sich die Einschwingvorgänge der verschiedenen Regelgrößen abhängig von den physikalischen Gegebenheiten optimal einstellen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigelegten Zeichnung näher erläutert. Die dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Regeleinheit in einem Gasturbinentriebwerk,

Fig. 2 ein Blockschaltbild der Regeleinheit

Fig. 3 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Integratorausbildung.

In Fig. 1 ist schematisch eine bevorzugte Anwendung des erfindungsgemäßen Regelkreises 1 zur Regelung eines Gasturbinentriebwerkes 2 dargestellt. Die Regeleinheit 1 steuert dabei über die Steuerleitung 3 den Brennstoffdurchfluß durch das Brennstoffventil 4. Von einem nicht dargestellten Vorratstank und eine Förderpumpe gelangt Brennstoff über die Brennstoffleitung 5 und das Brennstoffventil 4 in die Brennkammer 6 des Gasturbinentriebwerkes 2, wo es mit verdichteter Luft vermischt und verbrannt wird.

Die Gasturbine weist im wesentlichen einen Hochdruckrotor 7, und einen Niederdruckrotor 8 auf, die jeweils einen Verdichter und eine Turbine aufweisen. Im Gasturbinentriebwerk 2 sind an verschiedenen Stellen Meßsensoren 9a, 9b, 9c, 9d für die Ermittlung von Istwerten der in der Regeleinheit 1 verwendeten Regelgrößen gemessen werden. Dabei mißt der Meßsensor 9a die Eingangsbedingungen des Gasturbinentriebwerkes 2, insbesondere den Eingangsdruck oder die Eingangstemperatur. Die Meßsensoren 9b und 9c dienen der Ermittlung der Drehzahlen des Hochdruckrotors 7 und Niederdruckrotors 8. Der Meßsensor 9d dient der Ermittlung der Turbinentemperatur und/oder des Turbinendruckes. Die Meßsensoren 9a, 9b, 9c, 9d sind über Meßleitungen 10 mit Istwerteingängen der Regeleinheit

1 gekoppelt.

In Fig. 2 ist die Regeleinheit 1 im Blockschaltbild dargestellt. Die Regeleinheit 1 weist im wesentlichen eine Anzahl Sollwerteingänge 11 und eine gleich große Zahl Istwerteingänge 12 auf. Die Sollwerteingänge 11 sind alle, wie am Beispiel des Sollwerteingangs 11a dargestellt, mit Meßsensoren 9a über Leitungen 10 gekoppelt. Die Istwerteingänge 12 sind, wie am Beispiel des Istwerteingangs 12a dargestellt, mit Referenzeinheiten 13 verbunden, in denen die Sollwerte, bzw. Grenzwerte der einzelnen Regelgrößen gespeichert sind. Dabei können die Referenzeinheiten 13 als Stellregler, beispielsweise eines Gashebers oder in Form von gespeicherten Tabellen ausgeführt sein, in denen abhängig von Zustandsparametern Sollwerte vorgegeben werden. Die über die Eingänge 11 und 12 zugeführten Signale der einzelnen Regelgrößen werden im wesentlichen gleich verarbeitet, was beispielhaft anhand der Eingänge 11a und 12a in dem gestrichelt angedeuteten Rahmen 14 dargestellt ist. Dabei können jedoch bei einzelnen Regelgrößen abhängig von ihren Charakteristiken Abweichungen vorgesehen sein.

Der Sollwerteingang 11a und der Istwerteingang 12a werden auf einen Summierer 15 geschaltet, wobei dessen Ausgang 16 ein Abweichungssignal des Istwertes vom Sollwert darstellt. Der Ausgang 16 ist parallel mit zwei Verstärkungseinheiten 17a und 17b verbunden, die wiederum mit Summierern 18a und 18b gekoppelt sind. Der Istwerteingang 11a ist parallel zum Summierer 15 mit einem Differenzierer 19 gekoppelt, der das Istsignal nach der Zeit differenziert. Der Ausgang des Differenzierers 19 ist wiederum über 2 parallel angeordnete Verstärkungseinheiten 20a und 20b mit den Summierern 18a und 18b verbunden.

Die Summiererausgänge 21a und 21b sind auf zwei Minimum-Auswahleinheiten 22a, 22b geschaltet. Parallel zu den Summiererausgängen 21a und 21b sind mehrere weitere Eingänge 23a, 23b vorgesehen, die analog den Eingängen 11a und 12a mit den weiteren Sollwerteingängen 11 und Istwerteingängen 12 der anderen Regelgrößen gekoppelt sind. Die Minimum-Auswahleinheit 22a wählt unter den Eingängen 21a, 23a denjenigen aus, dessen Signal den geringsten Wert aufweist, d. h. den Istwert dem zugehörigen Sollwert bzw. Grenzwert bereits am nächsten gekommen ist. Der Ausgang der Minimum-Auswahleinheit 22a ist zusammen mit einem Teil der Eingänge 23a auf eine Maximum-Auswahleinheit 24a geschaltet um eine Verzögerungsbegrenzung bzw. eine Begrenzung auf Werte zu erzielen, die nicht unterschritten werden dürfen wie beispielsweise Minimaldrehzahlen etc. Analog funktionieren die Minimum-Auswahleinheit 22b und Maximum-Auswahleinheit 24b des unteren (Integral-) Zweiges.

Der Ausgang der ersten Maximum-Auswahleinheit 24a ist auf einen Proportionalverstärker 25 geschaltet, dessen Ausgang 26 wiederum mit einem Stellwert-Summierer 27 verbunden ist. Der Proportionalverstärker 27 kann dabei als Multiplizierer ausgeführt sein, und über die Linearisierungseinheit 28 mit einer Linearisierungsfunktion beaufschlagt werden.

Der Ausgang der zweiten Minimum-Auswahleinheit 24b ist über einen Multiplizierer 29 mit einem Integrator 30 verbunden. Der Multiplizierer 29 ist mit einer Linearisierungseinheit 28b verbunden. Die Linearisierung ist erforderlich, um das stark nicht lineare Verhalten eines Strahltriebwerkes zu kompensieren. Dies geschieht nicht nur zur Verbesserung der Regelungsqualität, sondern auch zur Verbesserung der Triebwerkssicherheit.

Die verbesserte Sicherheit ist darauf zurückzuführen, daß ein lineares System in allen Betriebspunkten gleich gut funktioniert, d. h. eine gleich gute Ausregelung von Sollwertsprüngen und Störgrößen ermöglicht. Der Sicherheitsabstand zur Oszillationsgrenze bleibt jeweils konstant. Bei einem nicht linearen System ist dies jedoch nicht gegeben. Durch die Linearisierung wird in jedem Betriebspunkt ein annähernd lineares Verhalten des Strahltriebwerkes erzielt.

Der Integrator 30 ist einerseits mit dem Multiplizierer 29, andererseits über die Leitung 31 mit dem Ausgang des Proportionalverstärkers 25 verbunden. Ferner ist der Integrator 30 mit zwei Grenzwertgebern 32a, 32b verbunden, in welchen der untere und der obere Grenzwert dem Brennstoffventil zuführbaren Stellsignals gespeichert sind. Der Ausgang des Integrators 30 ist auf den Stellwert-Summierer 27 geschaltet, dessen Ausgang das Stellsignal bildet, welches über die Steuerleitung 3 dem Brennstoffventil 4 (Fig. 1) zugeführt wird.

In Fig. 3 ist der Integrator 30 gemäß Fig. 2 näher erläutert. Der eigentliche Integrationseingang 33, der mit dem Ausgang des Multiplizierers 29 (Fig. 2) gekoppelt ist, ist auf einer Zeit-Mittelungseinheit 34 geschaltet. Der Ausgang der Zeit-Mittelungseinheit 34 ist auf einen Summierer 35 zusammen mit dem Ausgang einer Speichereinheit 36 geschaltet.

Der Grenzwertgeber 32a für den unteren Grenzwert ist zusammen mit dem Proportionalverstärker 25 über die Leitung 31 zugeführten Proportionalsignal (Fig. 2) auf einen ersten Summierer 37a geschaltet. Die Ausgänge der Summierer 35 und 37 werden einer Maximum-Auswahleinheit 38 zugeführt, die dasjenige Signal der beiden Eingänge passieren läßt, das den größeren Wert aufweist.

Analog ist der Grenzwertgeber 32b für den oberen Grenzwert zusammen mit der Leitung 31 einem zweiten Summierer 37b zugeführt, und dessen Ausgang ist zusammen mit dem Ausgang der Maximum-Auswahleinheit 38 einer Minimum-Auswahleinheit 39 verbunden. Der Ausgang der Minimum-Auswahleinheit 39 wird parallel einerseits auch die Speichereinheit 36 geschaltet, und andererseits auf den Stellwert-Summierer 27.

Die Schaltung gemäß Fig. 3 funktioniert folgendermaßen:

Bei Kleinsignalverhalten wirken sich die über die Leitung 31 zugeführten Proportionalanteile auf den oberen und unteren Grenzwert unwesentlich aus, so daß das im Summierer 35 gebildete Integrationssignal über die Maximum-Auswahleinheit 38 und die Minimum-Auswahleinheit 39 auf den Stellwert-Summierer 27 durchgeschaltet ist. Es ist somit ein gewöhnliches PI-Verhalten erzielbar. Bei größeren Signalsprüngen am Eingang 31 bzw. 33 tritt je nach Vorzeichen des Signalsprunges eine Begrenzung in einer der Auswahleinheiten 38 oder 39 auf, so daß das am Ausgang des Integrators 30 vorliegende Signal, zusammen mit dem proportionalen Signal auf die Stellwert-Summierer 27 geschaltet, auf den Bereich zwischen den in den Grenzwertgebern 32a, 32b gespeicherten Grenzwerten begrenzt bleibt.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellte Anwendung im Zusammenhang mit einem Gasturbinentriebwerk beschränkt. Genauso läßt sich jede andere Anwendung für ein Mehrgrößenregelsystem oder ein Eingrößenregelsystem mit der erfindungsgemäßen Anordnung ausstatten. Weitere bevorzugte Anwendungen der erfindungsgemäßen Regeleinheit sind beispielsweise Regelung von Antrieben aller Art, bei denen neben einem variablen Sollwert ein oder mehrere Grenzwerte

berücksichtigt werden müssen. So z. B. bei Elektromotoren, Verbrennungsmotoren und allgemein bei Verfahrenssteuerungen.

#### Patentansprüche

1. Regelverfahren für eine Mehrgrößenregelung, bei der ein Stellsignal aus der Summe eines proportionalen und eines integral verstärkten Regel-Abweichungssignales gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- das Stellsignal zwischen einem unteren und einem oberen Stellsignal-Grenzwert limitiert wird, wobei das proportionale Regel-Abweichungssignal jeweils vom oberen und Stellsignal-Grenzwert subtrahiert wird,
- das Differenzsignal zwischen oberem Stellsignal-Grenzwert und dem proportionalen Abweichungssignal mit einem, Integratorsignal einer Kleinstwertauswahl unterzogen wird,
- das so limitierte Signal zusammen mit dem Differenzsignal aus oberem Stellsignal-Grenzwert und proportionalem Abweichungssignal einer Größtwertauswahl unterzogen wird,
- das daraus gewonnene Signal als Integrator-Ausgangssignal zusammen mit dem proportionalen Abweichungssignal zur Bildung des Stellsignales addiert wird,
- und dieses Signal gleichzeitig als Anfangsbedingung für den jeweils nachfolgenden Integrationsschritt verwendet wird.

2. Regelverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelabweichung jeder Regelgröße im Proportionalzweig und im Integralzweig separat verstärkt wird, die vorverstärkten Regelabweichungen jeder Regelgröße jeweils durch zwei kaskadierte Kleinstwert- und Größtwertauswahllogiken zur Ermittlung des für die Stellsignalbildung relevanten Abweichungssignales selektiert werden und die selektierten Abweichungssignale über einen Proportionalregler bzw. einem Integralregler zur Bildung eines Stellsignales addiert werden.

3. Reglereinheit für eine Mehrgrößenregelung, die als Eingänge eine Mehrzahl von Regelgrößen aufweist, die über eine Minimumauswahleinheit und eine Maximumauswahleinheit einen Proportionalverstärker und einen parallel geschalteten Integrator beaufschlagt, deren Ausgänge zur Bildung eines Stellsignales auf einen Stellwert-Summierer geführt sind, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- ein erster Grenzwertgeber (32a) für den unteren Grenzwert und ein zweiter Grenzwertgeber (32b) für den oberen Grenzwert des Stellsignals vorgesehen sind, die beide jeweils mit dem Ausgang (31) des Proportionalverstärkers (25) auf je einen ersten und einen zweiten Summierer (37a, 37b) geschaltet sind,
- der mit dem ersten Grenzwertgeber (32a) gekoppelte erste Summierer (37a) zusammen mit einem in einer Speichereinheit (36) gespeicherten und um ein Integrations-Eingangssignal vergrößerten Integrator-Zustandswert auf eine Maximum-Auswahleinheit (38) zur Durchschaltung des größeren Signales gekoppelt sind,
- der Ausgang der Maximum-Auswahleinheit

(38) zusammen mit dem Ausgang des zweiten Summierers (37b) auf eine Minimum-Auswahleinheit (39) zur Durchschaltung des kleineren Signales gekoppelt sind,

– der Ausgang der Minimum-Auswahleinheit (39) einerseits auf den Stellwert-Summierer (27) geschaltet ist und andererseits mit dem Eingang der Speichereinheit (36) verbunden ist.

4. Regeleinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine mit dem Integrationseingang (33) gekoppelte Zeit-Mittelungseinheit (34) auf einen Integrations-Summierer (35) geschaltet ist, dessen zweiter Eingang die mit dem Ausgang der Minimum-Auswahleinheit (39) gekoppelte Speichereinheit (36) bildet.

5. Regeleinheit nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß diese digital ausgeführt ist.

6. Regeleinheit nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingänge von Proportionalverstärker (25) und Integrator (30) jeweils von getrennten Minimum-/Maximum-Auswahleinheiten (22a, 22b, 24a, 24b) angesteuert sind, die jeweils von mehreren Regelgrößen beaufschlagbar sind.

7. Regeleinheit nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß von jeder Regelgröße ein Abweichungssignal gebildet ist, und ein Istwert jeder Regelgröße auf einen Differenzierer (19) geschaltet ist, wobei das Abweichungssignal und das differenzierte Istsignal über getrennte Verstärker parallel auf zwei Summierer (18a, 18b) geschaltet sind, die wiederum mit den beiden Minimum-Auswahleinheiten (22a, 22b) verbunden sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —



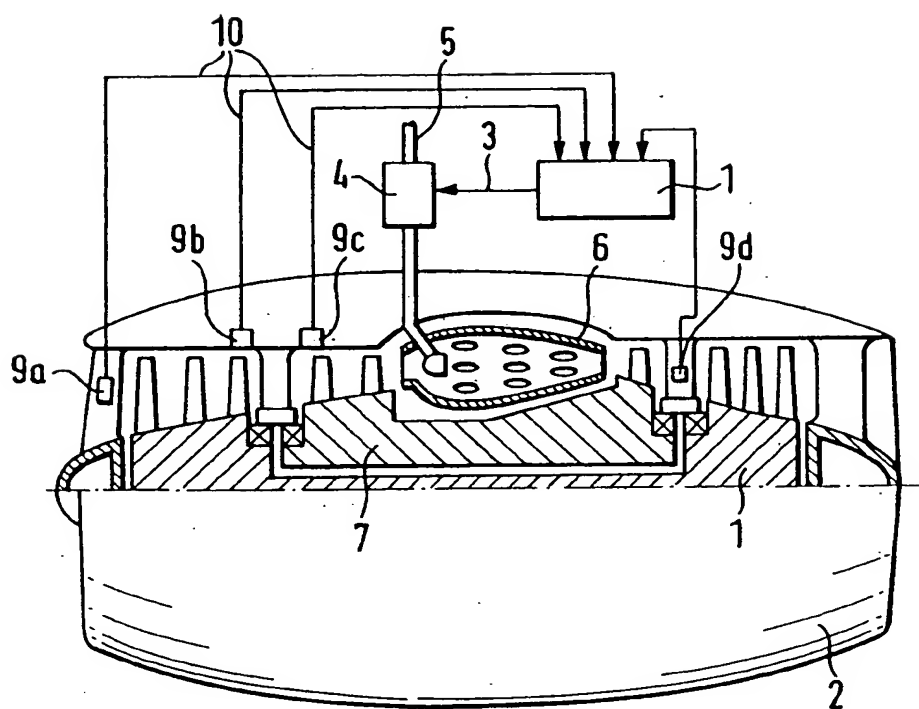


FIG. 1

